AUS DEM ZAHNÄRZTLICHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN
Direktor: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

Untersuchungen über die Belastung des Prothesenlagers unter partiellen abgestützten und schleimhautgetragenen Prothesen im Unterkiefer

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

GERHARD WÖLFFLE
aus Stuttgart

1962

7405

AUS DEM ZAHNÄRZTLICHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN
Direktor: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

Untersuchungen über die Belastung des Prothesenlagers unter partiellen abgestützten und schleimhautgetragenen Prothesen im Unterkiefer

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

GERHARD WÖLFFLE
aus Stuttgart

1962

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Dekan: Professor Dr. Dr. E. Fröhlich
Berichterstatter: Professor Dr. Dr. E. Fröhlich

meinen Eltern

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
I. Einleitung und Problemstellung	5
II. Schrifttumsübersicht	6
III. Material und Methodik	11
1. Gerät	11
2. Eichung	12
3. Vorversuche	13
IV. Hauptversuche	15
1. Einbau der Druckaufnehmer	16
2. Durchführung der Versuche	18
3. Auswertung der Versuche	18
Protokollblätter	20
4. Ergebnisse	40
5. Schlußbemerkungen	44
V. Literaturverzeichnis	46

I. Einleitung und Problemstellung

Die partielle Prothetik wird, besonders unter dem Einfluß neuerer statischer Untersuchungen, nicht mehr als rein mechanisches, sondern als medizinisch-biologisches Problem betrachtet. Die Prothese soll nicht nur die verlorenen Zähne ersetzen, sondern auch die verbleibenden natürlichen stützen und die sie umgebenden Gewebe in ihren Funktionen unterstützen. Die Prothese übt atypische Belastungen auf das Prothesenlager aus; dies sowohl bei der eigentlichen Kaubewegung als auch bei Leerbewegungen, beim Sprechen, Schlucken u. a. Es ist neben einer ausgeglichenen Artikulation der Zahnreihen und der Möglichkeit größter Kaukraftentfaltung eine schonende und möglichst gleichmäßige Belastung der Schleimhaut unter dem Prothesensattel anzustreben, da eine ungleich belastete Prothese eine Deformation des tragenden Gewebes zur Folge hat und einen Erfolg auf lange Sicht unmöglich macht.

Aufgabe vorliegender Untersuchungen ist es, während des Kaugeschehens Einblicke in die Belastungsverhältnisse unter partiellen Unterkieferprothesen zu gewinnen. Es soll festgestellt werden, wie groß die Belastung der Schleimhaut beim Kauen ist, ob eine gleichmäßige Belastungsverteilung möglich ist und in welchem Maße die Art der Lagerung der Prothese einen Einfluß hat. Die auftretenden Kräfte sollen direkt an der Schleimhaut während der Funktion gemessen werden. Und zwar einmal bei abgestützten, sodann bei schleimhautgetragenen Freiendsätteln.

II. Schrifttumsübersicht

G. Tabet (1) unterscheidet bei einem in drei räumlichen Ebenen orientierten Freiendsattel (Abb. 1) sechs Grundbewegungen:

a) Translationsbewegungen: Hub, Querhub, Längshub (Abb. 2—4).
b) Rotationsbewegungen: Wippen, Kippen, Schwoien (Abb. 5—7).

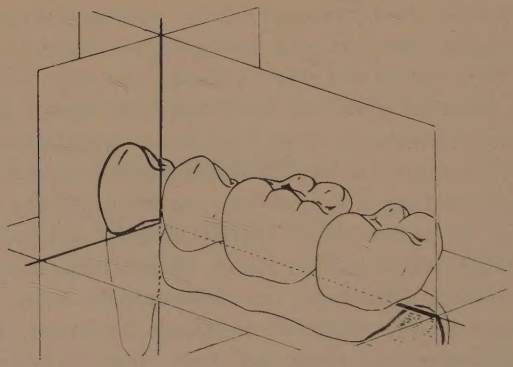

Abb. 1 Ein in drei räumlichen Ebenen orientierter Freiendsattel (Umzeichnung nach G. Tabet)

Die Translationsbewegungen werden ermöglicht durch die Kompressibilität der Kieferschleimhaut, deren weitgehend reversible Deformation durch den Begriff der „Resilienz" erfaßt wird. Die ersten Messungen der Resilienz stammen aus dem Jahre 1928. A. Kantorowicz und W. Schmitz (2) ermittelten Werte von 0,5 bis 1 mm unter dosierter Belastung bis 1 kg. Diese Untersuchungen beziehen sich jedoch auf die Gesamtkompressibilität einer totalen Oberkieferbasis. In der Folge wandte man sich kleinflächigen Messungen zu. B. Bonyhard (3) mißt 1938 unter partiellen Prothesensätteln Resilienzwerte von 0,2 bis 0,6 mm, indem er zwei Gipsmodelle desselben Kiefers vergleicht. Das eine Modell erhält er aus einem ohne Druckanwendung gewonnenen Gipsabdruck, das andere aus einem Kerr-Kompressionsabdruck. E. Körber (4), der die Resilienz unter partiellen Prothesen maß, kommt bei vier untersuchten Personen auf Werte von 0,2 bis 0,7 mm und konnte zeigen, daß für die Tragfähigkeit einer Fläche auf einer elastischen Unterlage nicht nur die Flächengröße entscheidend ist, sondern daß „bei elastischen Körpern der Flächenrand beein-

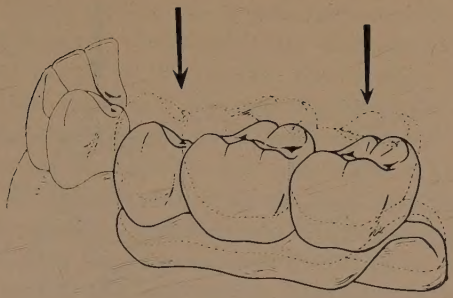

Abb. 2 Hub

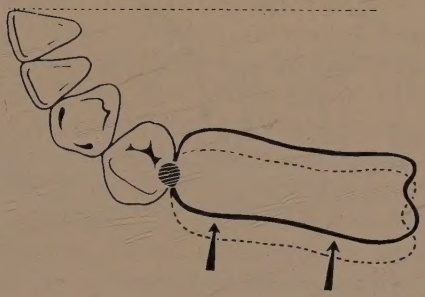

Abb. 3 Querhub

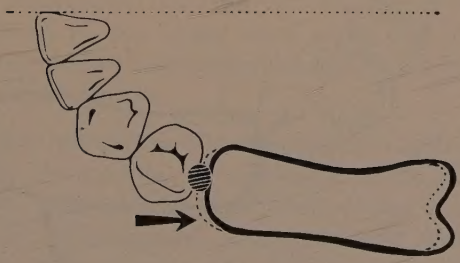

Abb. 4 Längshub

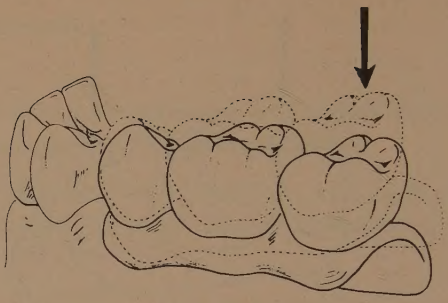

Abb. 5 Wippen

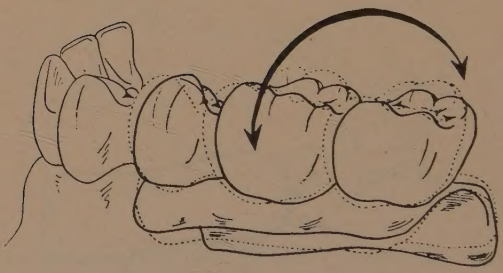

Abb. 6 Kippen

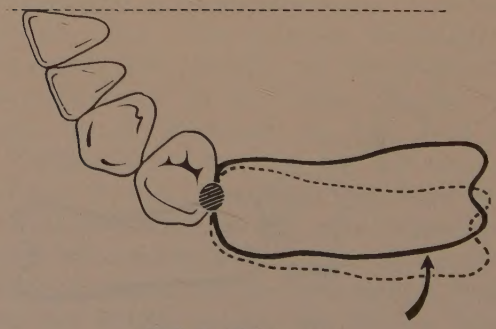

Abb. 7 Schwoien

flussend teilhält". Dies erklärt die Ergebnisse von H. Uhlig (5), wonach gingival partiell gelagerte Prothesen trotz kleinerer Fläche eine größere Belastung zulassen als totale Prothesen. Im Rahmen dieser Arbeit weist Uhlig auf eine klare Trennung der Begriffe Kaukraft und Kaudruck hin, wobei „Kraft" als Energieäußerung, gekennzeichnet durch Größe und Richtung, gemessen in kg, und „Druck" allein durch Größe ausgezeichnet und nur an der Wirkungsfläche erkannt und bestimmt wird. So nennt H. Tholuck (6) die aus den vertikalen und horizontalen Bewegungsmöglichkeiten des Unterkiefers hervorgehenden Kräfte Hack- und Quetsch-, bzw. Gleit- oder Mahlkräfte. Die potentielle Energie der Kaumuskulatur, als absolute Kaukraft bezeichnet, wurde von L. Fick (7) mit 400 kg aus Kaumuskelquerschnittsberechnungen ermittelt. Beim Kauen wird jedoch nur ein kleiner Teil dieser Kraftreserve funktionell beansprucht, da die Sensibilität der Wurzelhäute der betroffenen Zähne die den Speisen angemessenen Kräfte reflektorisch und durch den Sinneseindruck bewußt einsteuert. Wird ein Zahn nicht axial belastet, steuert die jeweils beanspruchte Teilfläche der Wurzelhaut die Kraft, indem sie die unphysiologische Einwirkung als schmerzhaft bewußt werden läßt. Diese Sensibilität der Wurzelhäute gestattet rein parodontal gelagertem Zahnersatz nicht nur einen natürlich hohen Kraftaufwand auszunutzen, sondern sie hält ein Gleichgewicht zwischen Krafterfordernis und lokaler Verträglichkeit, so daß Belastungsschäden weitgehend ausbleiben. Wird jedoch parodontal nicht abgestützt, so muß das vom knöchernen Kiefer unterfangene Schleimhautgewebe die Rolle der Wurzelhaut übernehmen, zu der es natürlich nicht befähigt ist, wie histologische Untersuchungen von E. Fröhlich (8) und K. Häupl (9) zeigen. Die Voraussetzung für eine störungsfreie Funktion und einen einwandfreien Sitz einer Prothese ist nur durch eine gleichmäßige Belastung des Prothesensattels gewährleistet. A. Kantorowicz (10) führte in einer anschaulichen Versuchsreihe statische Berechnungen durch, davon ausgehend, daß die Schleimhaut sich wie ein elastisches Lager verhält. Die Tiefe der Einsenkung in das Lager wird durch die Schmerzschwelle begrenzt, die bei einer Schleimhautkompression von 0,8 bis 2,5 mm bei einer Belastung von 6 kg/cm² eintritt.

Trifft der Kaudruck die Mitte eines schleimhautgetragenen Prothesensattels, so senkt er sich parallel zu sich selbst in die Schleimhaut ein und das Prothesenlager wird gleichmäßig belastet. Ein mesial an den Restzähnen abgestützter, freiendender Prothesensattel sinkt unter der Einwirkung des Kaudruckes dreieckig ein, d. h. distal mehr. Greift die Last in unmittelbarer Nähe des vorderen Lagers an, also dicht am Klammerzahn selbst, so entfällt auf den Sattel so gut wie kein Druck, da fast der ganze

Druck in das vordere Lager (Wurzel) übergeht. Belastet man umgekehrt das hintere Lager in zwei Drittel Länge des Sattels, dann wird nahezu die ganze Last von der Schleimhaut aufgenommen und das Zahnlager bleibt unbelastet, die Prothese verhält sich also genau wie eine ungestützte Prothese. Es kommt in diesem Fall zu keiner Druckverteilung auf Klammerzahn und Schleimhaut. KANTOROWICZ findet durch Berechnung, daß bei abgestützten freiendenden Prothesensätteln die distale Randeinsenkung eineinhalbmal größer ist, als wenn die Prothese gar nicht aufgestützt gewesen wäre. Diese Aussagen konnte KANTOROWICZ (10) mittels Lineal und Gummischwamm nachweisen. Drücke direkt an der Schleimhaut maßen W. R. STROMBERG (11) und K. KAIRES (12) 1955 mit Dehnungsmeßstreifen (strain gauge). 1960 überprüfte W. A. LAWSON (13) diese Methode und stellte Unzulänglichkeiten fest, die besonders durch die Temperaturempfindlichkeit der Dehnungsmeßstreifen hervorgerufen worden waren. Damit sind die Ergebnisse von STROMBERG und KAIRES, die ihre Untersuchungen übrigens nur an einem einzigen Patienten ausgeführt hatten, fraglich geworden. 1961 hat E. KÖRBER (14) die Belastungsverhältnisse unter Totalprothesen im Oberkiefer untersucht. Er verwendet dazu einen kapazitiven Druckaufnehmer, den er zwischen Schleimhaut und Prothesenbasis einbaut. Seine Untersuchungen geben erstmals Einblick in die Belastungsverhältnisse auf dem Alveolarkamm im Oberkiefer während des Kauens von verschiedenen Testspeisen. Die bei 30 Versuchspersonen vorgenommenen Messungen ergeben Durchschnittswerte von rund 5 kp/cm².

III. Material und Methodik

1. Gerät

Die Versuchsanordnung (nach BARBEY und E. KÖRBER) umfaßt einen in die Prothesenbasis eingebauten, direkt an der Schleimhaut anliegenden kapazitiven Druckgeber, dessen Ladungsveränderungen über einen Trägerfrequenzverstärker geleitet und von einem Direktschreiber aufgezeichnet werden. Der Ort des Einbaus kann verändert werden.
Das Schaltbild ist das einer Brückenschaltung.

Abb. 8 Das Registriergerät

Ein von der Fa. SCHWARZER, München, ausgebauter mehrkanaliger Physiopolygraph (Abb. 8) gestattet den Vergleich eines Meßkondensators mit Vergleichskondensatoren. Im Prinzip schaltete man drei bekannte Kondensatoren mit einem von der Fa. WINKLER, Kenzingen, hierfür speziell entwickelten Meßkondensator von ca. 5000 Pikofarad zu einem Viereck zusammen und schloß an je zwei gegenüberliegende Punkte desselben einen Trägerfrequenzgenerator von 400 Hz als konstante Spannungsquelle bzw. einen Spannungsmesser mit beidseitigem Ausschlag an. Die Messung des in die Prothese eingebauten Kondensators beruht nun darauf, die Kondensatoren derart abzugleichen, bis der Ausschlag des Spannungsmessers = 0

ist. Dieser dient als „Nullinstrument". Der zur Anwendung gekommene Meßkondensator, ein sog. „Wickelkondensator", ist auf Abb. 9 skizziert.

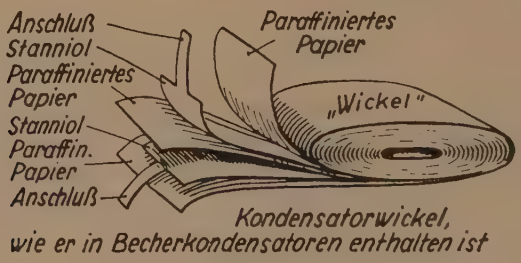

Abb. 9 Aufbau eines Meßkondensators

Mit Paraffin getränkte Papier- bzw. Kunststoffstreifen als Isolator und Stanniolstreifen als Leiter sind so zusammengewickelt, daß sie einen „Wickel" bilden, aus dem die Enden der Beläge hervorschauen. Das Ganze an ein abgeschirmtes zweipoliges Kabel angeschlossen und in einer dünnen Metallkapsel wasserdicht gelagert, ergab den kapazitiven Druckgeber. Ausmaße: 20/10/3 mm. Da die Kapazität eines Kondensators umgekehrt proportional dem Abstand der beiden Leiter ist, kann man umgekehrt durch Veränderung des Abstandes die Kapazität des Kondensators ändern. Über einen Verstärker konnten die durch die Komprimierung der Metallkapsel hervorgerufenen Spannungsveränderungen mittels des Direktschreibers registriert werden.

2. Die Eichung

Um im Registriergerät genaue Ausschläge der Meßkondensatoren zu erhalten, war zunächst die Anfertigung einer besonderen Eichvorrichtung nötig. Die sich anbietende Auflage von Normalgewichten genügte nicht.
Die erforderliche Waage hat Ähnlichkeit mit einer übergroßen Morsetaste (Abb. 10).

Der 30 cm große Längsbalken aus Metall trägt am einen Ende eine Auflagefläche für Normalgewichte und am anderen ein bewegliches Gewicht. Der Querbalken aus demselben Material ist mittels dornförmiger, gehärteter

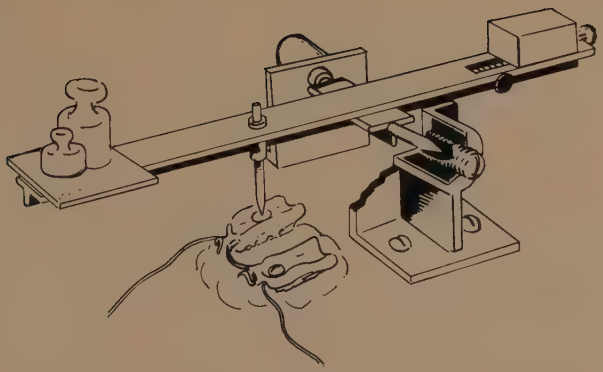

Abb. 10 Eichvorrichtung (linkes Lager aufgeschnitten)

Stahlspitzen derart gelagert, daß mit Hilfe von auf die Stahlspitze ein- und ausgeschliffenen, beweglichen Schrauben jede unbeabsichtigte seitliche Bewegung ausgeschlossen, das Spiel in der beabsichtigten Richtung jedoch mit geringstem Reibungswiderstand ermöglicht wurde. In der Mitte des Waagebalkens wurde ein im Winkel von 90 Grad nach unten stehender Stahldorn angebracht. Gemäß den Hebelgesetzen mußte dieser auf einen zum Eichen aufgestellten Meßkondensator das doppelte Gewicht ausüben als das gewählte Gewicht auf der Auflagefläche des Waagebalkens. Die Schwerelosigkeit desselben wurde vorher durch die Verschiebung des beweglichen Gewichtes ermittelt (0-Lage).

D e r E i c h v o r g a n g : Die Waage wird in Nullstellung austariert und der Stahldorn des Waagebalkens auf die Meßkapsel aufgesetzt. Durch stufenweises Erhöhen der Gewichtsauflagen auf dem Waagearm ergeben sich mit Hilfe des zugeschalteten Physiopolygraphen auf dem Registrierpapier entsprechende Kurven (Diagramme).

3. Vorversuche

Zu erforschen waren die Bewegungen einer starren, nicht abgestützten und einer abgestützten Fläche auf einer elastischen Unterlage, sowie die Belastung unter der Fläche.

Hilfsmittel:

1. Ein rechteckiger Schaumgummibelag
   ca. 30 cm lang, 15 cm breit, 2 cm hoch.

2. Ein ca. 0,5 cm dickes und 3 cm breites Brettchen in der Form eines Unterkiefers im Maßstab 1 : 2.

3. Zwei Holzschrauben, ca. 3 cm lang, welche in das Holzhufeisen beiderseits unten an der Stelle der Canini eingeschraubt werden konnten.

Auf dem Brettchen wurden die Stelle des Eckzahnes, des II. Prämolaren sowie des I. Molaren mit einem Kreuz bezeichnet.

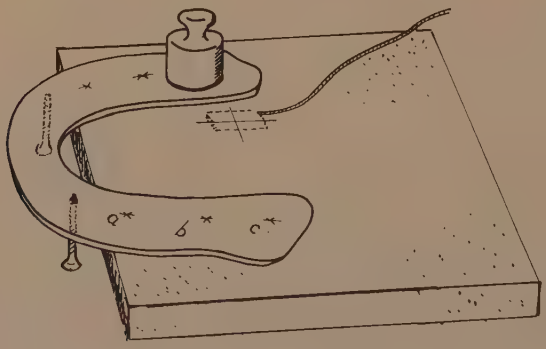

Abb. 11 Versuchsanordnung für Vorversuche.

Holzbrett in Unterkieferform ruht auf einer elastischen Schaumgummiunterlage (a, b, c, Auflagepunkte für die Gewichte)

Ausführung:

Das Unterkieferholzmodell wurde auf den Schaumgummiblock aufgelegt und auf der Unterlage die Gegend des I. Molaren bezeichnet. An dieser Stelle konnte dann durch einen nicht zu tiefen Einschnitt die an den Physiopolygraphen angeschlossene Meßkapsel flach unter die Schaumgummioberfläche gebracht werden.

A. Belastung unter einem nicht abgestützten Modellsattel:

Das Unterkiefermodell wurde auf dem Schaumbelag ohne Schrauben so verschoben, daß jeweils die mit einem Kreuz bezeichnete Stelle genau

über dem Meßkondensator lag. Durch Auflegen eines immer gleichen Gewichtes auf das Holzmodell und Verschieben desselben konnten die Belastungen der elastischen Unterlage an den bezeichneten Stellen registriert werden. Die Messungen ergaben eine deutliche Zunahme der Belastungswerte, je weiter distal gemessen wurde. (Vgl. Tab. 1.)

B. Belastung unter einem a b g e s t ü t z t e n Modellsattel:

Für diese Versuche schraubten wir die vorher erwähnten Holzschrauben so tief an der besprochenen Stelle in das Holzmodell ein, bis dieses plan auf dem Schaumgummiblock auflag. Dann wurden die markierten Stellen belastet und gemessen. Im Vergleich mit dem nicht abgestützten Modellfall sind die Werte in Gegend der Canini geringer, distal jedoch bedeutend höher. (Vgl. Tab. 1.) Im Gegensatz zu A. Kantorowicz (10) konnte in beiden Versuchen ein Belastungsausgleich zwischen den Kieferhälften nicht nachgewiesen werden.

	nicht abgestützt kp	abgestützt kp
a:	7,50	6,03
b:	8,66	8,80
c:	12,80	15,10

Tabelle 1: Belastungsmöglichkeit eines starren Körpers (Unterkieferfreiendprothese) auf einer elastischen Unterlage. Die Belastung erfolgte mesial (in der Gegend der Canini = a), in der Mitte (II. Prämolaren = b) und distal (II. Molaren = c) bei einem nichtabgestützten und abgestützten Unterkieferholzmodell.

IV. Hauptversuche

Diese Versuchsreihe soll die Belastungsverhältnisse unter partiellen Prothesen direkt im Mund des Patienten klären. Beim selben Patienten wurde eine Unterkieferprothese einmal abgestützt und einmal schleimhautgetragen während des Kauens gemessen.

An 10 Patienten des Zahnärztlichen Institutes der Universität Tübingen, welche sich freundlicherweise für die Versuche zur Verfügung stellten, wurden die vorliegenden Untersuchungen vorgenommen. Das Durchschnittsalter betrug 48 Jahre.

Unter Berücksichtigung der Shore'schen Härteskala wurden drei verschiedene Kauproben ausgewählt:

gummiartig, 50 Shore (Silonewürfelchen); schrotig, 20 Shore (Vollkornbrot); geröstet, 70 Shore (Erdnüsse).

1. Einbau der Druckaufnehmer in die Prothese

Für jeden Patienten haben wir eine partielle Prothese mit gegossenen Auflageklammern angefertigt. Ein Kondensator war auf dem Alveolarkamm in der Gegend des I. Molaren, ein anderer auf der Gegenseite in der Gegend des I. Prämolaren eingebaut. Vor dem Einbau mußten jedoch die gegen mechanische Insulte nur schwach geschützten Kondensatoren durch eine Rückenplatte aus 1 mm starkem Messingblech auf der Oberseite verstärkt werden, um die kostbaren Sonderanfertigungen wieder unbeschädigt ausbauen zu können. Als bestes Befestigungsmaterial hatte sich Klebewachs erwiesen. Danach konnten beide Kondensatoren mit einigen Tropfen Paladur in der Unterkieferprothese ohne Druckausübung befestigt werden. Über den Kondensatoren wurden aus Silca gegossene Zahnreihen im Abstand von ca. 2 mm angebracht. Keinesfalls durften sich diese Aufbißmetallflächen bei späterer Belastung bis zu den Kondensatoren durchbiegen. Die Seitenwände des Prothesensattels wurden beiderseits mit Plattenwachs verkleidet, wobei zu beachten war, daß die Hohlräume frei und die Kabel unbeschädigt blieben. Danach konnten die Kunststoffstempel an den auf der Unterseite der Prothesensättel sichtbaren Kondensatorengehäusen mit Paladur befestigt werden. Gegebenenfalls wurden die Stempel mit Kunststoff verlängert, um eine satte, jedoch nicht drückende Auflage auf dem Alveolarkamm zu erhalten. Dies wurde durch Unterfüttern auf dem Arbeitsmodell erreicht. Die Kondensatoren wurden jeweils vor und nach einem Meßgang geeicht.

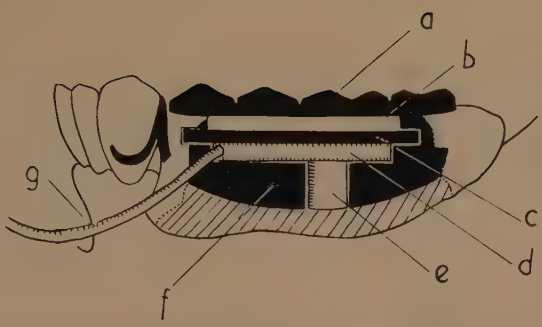

Abb. 12 Längsschnitt durch einen freiendenden Prothesensattel mit eingebautem Kondensator

a) Kauflächenschiene (Aufbißmetallfläche)
b) Hohlraum
c) Rückenverstärkung des Kondensators
d) Kondensator
e) Kunststoffstempel
f) Metallflügel des Stahlbügels
g) Kabel

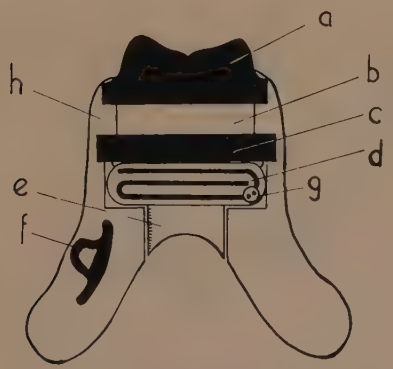

Abb. 13 Querschnitt durch einen Prothesensattel mit eingebautem Kondensator

a) Kauflächenschiene
b) Hohlraum
c) Rückenverstärkung des Kondensators
d) Kondensator
e) Kunststoffstempel
f) Metallflügel des Stahlbügels
g) Kabel
h) Plattenwachsverkleidung

2. Durchführung der Versuche

Der Patient kaute die drei verschiedenen Kauproben je einmal rechts und anschließend links. Der Druck an der Schleimhaut wurde durch den Direktschreiber laufend aufgezeichnet.
Nach Abtrennung der Auflageklammern konnten die gleichen Versuche mit der nunmehr s c h l e i m h a u t g e t r a g e n e n Freiendprothese aufgenommen werden.

Abb. 14 Schnittbild der partiellen Unterkieferprothese (rechter Freiendsattel aufgeschnitten) mit Druckaufnehmer

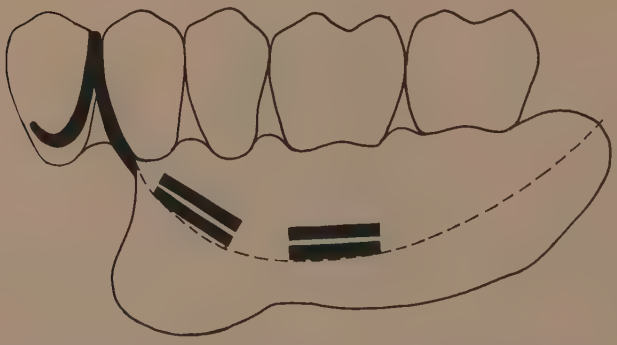

Abb. 15 Lage der Druckgeber bei Belastungsversuchen

3. Auswertung der Versuche

Auf dem Registrierpapier erscheint am oberen Rand jede Sekunde ein Zacken, darunter die Belastungskurve. Die Zeitspanne vom Punkt des Ansteigens der Kurve bis zum Wiedererreichen des Normalniveaus kann als

„Lastzeit", vom Anstiegspunkt bis zum höchsten Belastungspunkt als „Belastungszeit" bezeichnet werden. (Abb. 16.)

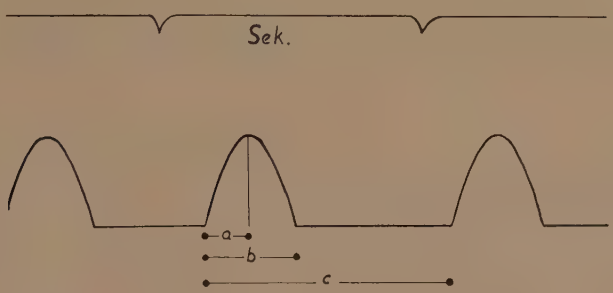

Abb. 16 Druckverlauf der Schleimhautbelastung während des Kauens (schematisiert)
a: Belastungszeit; b: Lastzeit; c: Kaudauer

Die Belastungsdiagramme konnten durch Vergleiche mit den Eichkurven mittels Zirkel und Lineal ausgewertet werden. Bestimmt wurden die maximale Kaukraft, die durchschnittliche Kaukraft aus 10 Kauakten und die Kraft beim Schlucken. Untersucht wurde weiterhin, ob beim Kauen auf der einen Seite (Kauseite = KS) die andere (Nichtkauseite = NKS) auch belastet wurde.

Auf den nachfolgenden Seiten sind die Protokollblätter der Patienten wiedergegeben.

1. Patientin: Frau H. S., 47 Jahre.

Totale Oberkieferprothese seit 13 Jahren.

Im Unterkiefer stehen die Zähne 3 2 1 1 2 3, gingival getragene Prothese mit einfachen Halteklammern. Alveolarkämme beiderseits gut erhalten. Keine bevorzugte Kauseite.

Auswertung:

A b g e s t ü t z t auf die Zähne — 3, 3 —
Registrierung Kauzentrum rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	15	12	15
Dauer des Kauaktes	0,66	0,83	0,66

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,36	0	0,48	0,32	0,26	0,27
Belastungszeit	0,18	0	0,27	0,20	0,14	0,12
max. Kaukraft	2,10	0	1,50	3,0	1,90	2,10
durchschnittl. Kaukraft	1,0	0	1,10	2,3	1,07	1,15
Kraft beim Schlucken	0	0	0	2,0	0	1,10

A b g e s t ü t z t, Registrierung mesial links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	16	13	11
Dauer des Kauaktes	0,62	0,77	0,91

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,40	0	0,41	0	0,35	0
Belastungszeit	0,24	0	0,28	0	0,21	0
max. Kaukraft	2,30	0	2,80	0	1,90	0
durchschnittl. Kaukraft	2,10	0	2,11	0	1,15	0
Kraft beim Schlucken	0	0	2,10	0	1,50	0

1. Patientin: Frau H. S.

Auswertung:

Schleimhautgetragen
Registrierung Kauzentrum rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	17	14	14
Dauer des Kauaktes	0,59	0,71	0,71

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,27	0	0,35	0	0,24	0
Belastungszeit	0,18	0	0,22	0	0,15	0
max. Kaukraft	1,0	1,0	1,0	0	1,0	2,0
durchschnittl. Kaukraft	0,69	0	0,78	0	0,72	1,36
Kraft beim Schlucken	0	1,0	0	0	0	2,0

Schleimhautgetragen, Registrierung mesial links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	15	11	11
Dauer des Kauaktes	0,66	0,91	0,91

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,32	0	0,41	0	0,45	0
Belastungszeit	0,18	0	0,25	0	0,35	0
max. Kaukraft	1,40	0	2,50	0	3,0	0
durchschnittl. Kaukraft	1,90	0	1,94	0	2,32	0
Kraft beim Schlucken	1,10	0	1,80	0	2,0	0

2. Patientin: Frau R. M., 49 Jahre.

Totale Oberkieferprothese seit Jahren.

Im Unterkiefer stehen die Zähne 3 2 1 1 2 3, gingival getragene Freiendprothese mit Auflageklammern. Alveolarkämme beiderseits gut erhalten. Keine bevorzugte Kauseite.

Auswertung:

A b g e s t ü t z t auf die Zähne — 3, 3 —
Registrierung Kauzentrum rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	8	10	14
Dauer des Kauaktes	1,25	1,0	0,7

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,70	0	0,55	0	0,30	0
Belastungszeit	0,40	0	0,30	0	0,15	0
max. Kaukraft	1,50	0	3,0	0	2,50	0
durchschnittl. Kaukraft	1,19	0	2,29	0	2,16	0
Kraft beim Schlucken	0	0	1,0	0	0,90	0

A b g e s t ü t z t, Registrierung mesial links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	7	12	12
Dauer des Kauaktes	1,47	0,8	0,8

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,70	0	0,35	0	0,35	0
Belastungszeit	0,50	0	0,20	0	0,20	0
max. Kaukraft	1,90	0	3,0	0	2,20	1,30
durchschnittl. Kaukraft	1,07	0	2,13	0	2,21	0
Kraft beim Schlucken	1,0	0	1,0	0	1,0	0

2. Patientin: Frau R. M.

Auswertung:

Schleimhautgetragen
Registrierung Kauzentrum rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	10	11	11
Dauer des Kauaktes	1,0	0,90	0,90

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,50	0	0,30	0	0,45	0
Belastungszeit	0,20	0	0,20	0	0,25	0
max. Kaukraft	2,50	0	2,40	0	3,50	0
durchschnittl. Kaukraft	2,21	0	1,75	0	2,93	0
Kraft beim Schlucken	0,80	0	0	0	0	0

Schleimhautgetragen, Registrierung mesial links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	11	11	12
Dauer des Kauaktes	0,90	0,90	0,80

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,50	0	0,55	0	0,40	0
Belastungszeit	0,30	0	0,40	0	0,25	0
max. Kaukraft	2,50	0	2,30	0	3,20	2,50
durchschnittl. Kaukraft	2,04	0	1,69	0	2,05	0
Kraft beim Schlucken	0	0	1,0	0	0,90	0,80

3. Patientin, Frau M. R., 54 Jahre.

Oberkiefer: Abnehmbare Brücke seit 1 Jahr.

Im Unterkiefer stehen die Zähne 3 2 1 1 2 3, Einstückgußprothese mit Auflageklammern. Alveolarkamm rechts leicht atrophiert, links gut erhalten.

Auswertung:

A b g e s t ü t z t auf die Zähne — 3, 3 —
Registrierung Kauzentrum rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	12	11	15
Dauer des Kauaktes	0,83	0,9	0,6

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,40	0	0,50	0	0,40	0
Belastungszeit	0,20	0	0,25	0	0,25	0
max. Kaukraft	1,10	0	1,90	1,20	3,50	1,0
durchschnittl. Kaukraft	0,92	0	1,10	0	2,0	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0	0	0	0

A b g e s t ü t z t, Registrierung mesial links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	11	14	14
Dauer des Kauaktes	0,9	0,7	0,7

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,60	0	0,45	0	0,45	0
Belastungszeit	0,40	0	0,25	0	0,15	0
max. Kaukraft	0,90	0	1,50	0	1,70	0
durchschnittl. Kaukraft	0,74	0	1,12	0	1,17	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0	0	0	0

3. Patientin: Frau M. R.

Auswertung:

Schleimhautgetragen
Registrierung Kauzentrum rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	12	14	13
Dauer des Kauaktes	0,8	0,7	0,75

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,40	0	0,45	0	0,35	0
Belastungszeit	0,25	0	0,25	0	0,20	0
max. Kaukraft	1,80	0	3,20	0	3,50	0
durchschnittl. Kaukraft	1,08	0	1,21	0	1,95	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0	0	0	0

Schleimhautgetragen, Registrierung mesial links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	15	15	14
Dauer des Kauaktes	0,66	0,66	0,7

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,40	0	0,25	0	0,30	0
Belastungszeit	0,20	0	0,15	0	0,30	0
max. Kaukraft	0,90	0	1,40	0	2,30	0
durchschnittl. Kaukraft	0,80	0	1,03	0	1,70	0
Kraft beim Schlucken	0,60	0	0,60	0	0	0

4. Patientin: Frau S. K., 42 Jahre

Totale Oberkieferprothese seit 1 Jahr.

Im Unterkiefer stehen die Zähne 3 2 1 1 2 3; gingival getragene Freiendprothese mit Auflageklammern seit 1 Jahr. Alveolarkämme beiderseits stark atrophiert. Linke Seite beim Kauen bevorzugt.

Auswertung:

A b g e s t ü t z t auf die Zähne — 3, 3 —
Registrierung Kauzentrum rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	7	8	8
Dauer des Kauaktes	1,40	1,25	1,25

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,51	0	0,30	0	0,35	0
Belastungszeit	0,30	0	0,28	0	0,25	0
max. Kaukraft	1,40	0	2,20	1,10	2,80	2,0
durchschnittl. Kaukraft	0,78	0	1,20	0	1,59	0
Kraft beim Schlucken	0,50	0	0,50	0	1,70	0

A b g e s t ü t z t, Registrierung mesial links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	9	9	11
Dauer des Kauaktes	1,11	1,11	0,9

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,60	0	0,60	0	0,40	0
Belastungszeit	0,25	0	0,25	0	0,23	0
max. Kaukraft	1,60	0	2,90	0	3,0	0
durchschnittl. Kaukraft	0,92	0	1,69	0	1,96	0
Kraft beim Schlucken	0,90	0	1,30	0	0	0

4. Patientin: Frau S. K.

Auswertung:

Schleimhautgetragen
Registrierung Kauzentrum rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	11	12	10
Dauer des Kauaktes	0,9	0,83	1,0

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,50	0	0,40	0	0,35	0
Belastungszeit	0,30	0	0,20	0	0,20	0
max. Kaukraft	2,50	1.0	2.20	1,20	2,50	1,50
durchschnittl. Kaukraft	1,21	0	1,47	0	1,48	0
Kraft beim Schlucken	0,90	0	0	1,0	0	0,90

Schleimhautgetragen, Registrierung mesial links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	9	11	10
Dauer des Kauaktes	1,11	0,9	0,1

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,55	0	0,50	0	0,65	0
Belastungszeit	0,35	0	0,30	0	0,50	0
max. Kaukraft	2,50	0	3,0	0	2,90	0
durchschnittl. Kaukraft	2,03	0	2,17	0	2,08	0
Kraft beim Schlucken	1,50	0	0,90	0	1,20	0

5. Patientin: Frau G. P., 33 Jahre.

Oberkiefer: Einstückprothese seit 4 Monaten.

Im Unterkiefer stehen die Zähne 3 2 1 1 2 3, Einstückgußprothese mit Auflageklammern seit 4 Monaten. Alveolarkämme beiderseits leicht atrophiert.

Auswertung:

Abgestützt auf die Zähne —3, 3—
Registrierung Kauzentrum rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	13	15	15
Dauer des Kauaktes	0,77	0,66	0,66

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,50	0	0,40	0	0,35	0
Belastungszeit	0,45	0	0,25	0	0,25	0
max. Kaukraft	1,30	0	2,20	0	3,50	0
durchschnittl. Kaukraft	0,97	0	1,20	0	2,44	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0,50	0	1,0	0

Abgestützt, Registrierung mesial links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	15	14	15
Dauer des Kauaktes	0,66	0,7	0,66

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,40	0	0,35	0	0,28	0
Belastungszeit	0,25	0	0,22	0	0,20	0
max. Kaukraft	1,0	0	1,20	1,0	1,50	1,20
durchschnittl. Kaukraft	0,97	0	0,78	0	1,05	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0,80	0	0	1,50

5. Patientin: Frau G. P.

Auswertung:

Schleimhautgetragen
Registrierung Kauzentrum rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	13	13	13
Dauer des Kauaktes	0,77	0,77	0,77

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,50	0	0,50	0	0,40	0
Belastungszeit	0,40	0	0,45	0	0,23	0
max. Kaukraft	2,50	1,20	1,50	0	3,0	0
durchschnittl. Kaukraft	1,85	0	1,15	0	1,68	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0	0	0	0

Schleimhautgetragen, Registrierung mesial links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	12	12	13
Dauer des Kauaktes	0,83	0,83	0,77

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,50	0	0,45	0	0,35	0
Belastungszeit	0,32	0	0,32	0	0,25	0
max. Kaukraft	1,0	1,0	1,80	1,0	2,30	2,0
durchschnittl. Kaukraft	0,86	0	1,30	0	1,39	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0	0	0,50	0

6. Patientin: Frau R. R., 48 Jahre.

Oberkiefer: Einstückgußprothese seit 6 Jahren.

Im Unterkiefer stehen die Zähne 3 2 1 1 2, Einstückgußprothese mit Auflageklammern seit 3 Monaten. Alveolarkamm rechts leicht atrophiert, links gut erhalten. Keine bevorzugte Kauseite.

Auswertung:

A b g e s t ü t z t auf die Zähne — 3, 2 —
Registrierung Kauzentrum rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	11	11	11
Dauer des Kauaktes	0,9	0,9	0,9

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,60	0	0,45	0	0,50	0
Belastungszeit	0,40	0	0,30	0	0,50	0
max. Kaukraft	1,50	0	1,70	0	2,0	0
durchschnittl. Kaukraft	0,95	0	1,05	0	1,22	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0,90	0	1,0	0

A b g e s t ü t z t, Registrierung mesial links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	11	13	11
Dauer des Kauaktes	0,95	0,77	0,95

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,60	0	0,35	0	0,45	0
Belastungszeit	0,40	0	0,25	0	0,33	0
max. Kaukraft	3,0	0	2,50	0	3,20	0
durchschnittl. Kaukraft	1,68	0	1,33	0	2,67	0
Kraft beim Schlucken	0,80	0	0	0	1,0	0

6. Patientin: Frau R. R.

Auswertung:

Schleimhautgetragen
Registrierung Kauzentrum rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	14	12	14
Dauer des Kauaktes	0,71	0,83	0,71

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,40	0	0,35	0	0,30	0
Belastungszeit	0,23	0	0,20	0	0,23	0
max. Kaukraft	2,0	0	1,80	0	3,0	0
durchschnittl. Kaukraft	1,68	0	1,22	0	2,40	0
Kraft beim Schlucken	0	0	1,0	0	0,50	0

Schleimhautgetragen, Registrierung mesial links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	15	15	14
Dauer des Kauaktes	0,66	0,66	0,71

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,35	0	0,33	0	0,30	0
Belastungszeit	0,23	0	0,20	0	0,20	0
max. Kaukraft	2,50	0	3,10	1,50	3,20	1,30
durchschnittl. Kaukraft	1,95	0	2,34	0	2,70	0
Kraft beim Schlucken	0	0	1,20	1,0	1,0	0,9

7. Patientin: Frau L. K., 52 Jahre.

Oberkiefer: Einstückgußprothese seit 5 Monaten.

Im Unterkiefer stehen die Zähne 3 3 4, Einstückgußprothese seit 5 Monaten. Alveolarkämme beiderseits stark atrophiert. Rechte Seite beim Kauen bevorzugt.

Auswertung:

A b g e s t ü t z t auf die Zähne — 3, 4 —
Registrierung Kauzentrum links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	8	9	11
Dauer des Kauaktes	1,25	1,1	0,91

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,60	0	0,45	0	0,40	0
Belastungszeit	0,45	0	0,30	0	0,30	0
max. Kaukraft	0,80	0	1,10	0	1,10	0
durchschnittl. Kaukraft	0,53	0	0,63	0	0,64	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0	0	0,30	0

A b g e s t ü t z t, Registrierung mesial rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	9	8	11
Dauer des Kauaktes	1,1	1,25	0,91

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,60	0	0,50	0	0,45	0
Belastungszeit	0,45	0	0,25	0	0,23	0
max. Kaukraft	1,0	0	2,0	0	2,80	0
durchschnittl. Kaukraft	0,85	0	1,24	0	1,88	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0,90	0	0,60	0

7. Patientin: Frau L. K.

Auswertung:

Schleimhautgetragen
Registrierung Kauzentrum links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	11	12	12
Dauer des Kauaktes	0,91	0,83	0,83

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,50	0	0,43	0	0,25	0
Belastungszeit	0,25	0	0,15	0	0,19	0
max. Kaukraft	1,0	0	0,90	0	1,20	0
durchschnittl. Kaukraft	0,73	0	0,61	0	0,79	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0,40	0	0,40	0

Schleimhautgetragen, Registrierung mesial rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	10	10	10
Dauer des Kauaktes	1,0	1,0	1,0

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,55	0	0,40	0	0,50	0
Belastungszeit	0,40	0	0,28	0	0,30	0
max. Kaukraft	2,10	0	2,90	0	3,50	0
durchschnittl. Kaukraft	1,63	0	1,75	0	2,54	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0,50	0	0,80	0

8. Patientin: Frau E. M., 51 Jahre.

Totale Oberkieferprothese seit 1 Jahr.

Im Unterkiefer stehen die Zähne 3 2 1 1 2 3 4, gingival getragene Freiendprothese mit Auflageklammern seit 1 Jahr. Alveolarkämme beiderseits gut erhalten. Rechte Seite beim Kauen bevorzugt.

Auswertung:

Abgestützt auf die Zähne — 3, 4 —
Registrierung Kauzentrum links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	15	15	15
Dauer des Kauaktes	0,66	0,66	0,66

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,50	0	0,40	0	0,40	0
Belastungszeit	0,25	0	0,25	0	0,22	0
max. Kaukraft	2,10	0	2,80	0	2,90	0
durchschnittl. Kaukraft	1,87	0	2,19	0	2,32	0
Kraft beim Schlucken	0	0	2,30	0	2,0	0

Abgestützt, Registrierung mesial rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	15	12	13
Dauer des Kauaktes	0,66	0,38	0,77

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,40	0	0,40	0	0,30	0
Belastungszeit	0,22	0	0,30	0	0,15	0
max. Kaukraft	2,0	0	1,30	0	3,40	0
durchschnittl. Kaukraft	1,28	0	0,75	0	2,21	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0,50	0	0	0

8. Patientin: Frau E. M.

Auswertung:

Schleimhautgetragen
Registrierung Kauzentrum links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	15	12	15
Dauer des Kauaktes	0,66	0,83	0,66

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,50	0	0,50	0	0,30	0
Belastungszeit	0,30	0	0,28	0	0,15	0
max. Kaukraft	2,60	0	3,0	0	3,50	0
durchschnittl. Kaukraft	2,20	0	2,46	0	2,88	0
Kraft beim Schlucken	0	0	1,70	0	2,80	0

Schleimhautgetragen, Registrierung mesial rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	16	10	13
Dauer des Kauaktes	0,63	1,0	0,77

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,45	0	0,50	0	0,40	0
Belastungszeit	0,23	0	0,30	0	0,20	0
max. Kaukraft	2,70	0	3,50	0	3,60	2,90
durchschnittl. Kaukraft	2,18	0	1,61	0	2,43	2,26
Kraft beim Schlucken	0	0	0,50	0	2,10	0

9. Patientin: Frau E. W., 55 Jahre.

Partielle, schleimhautgetragene Oberkieferprothese mit einfachen Halteklammern.

Unterkiefer unversorgt. Es stehen die Zähne 3 2 1 1 2, Alveolarkämme beiderseits stark atrophiert. Keine bevorzugte Kauseite.

Auswertung:

Abgestützt auf die Zähne — 3, 2 —
Registrierung Kauzentrum links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	18	13	12
Dauer des Kauaktes	0,55	0,77	0,83

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,22	0	0,25	0	0,40	0
Belastungszeit	0,10	0	0,12	0	0,23	0
max. Kaukraft	3,50	0	3,70	0	4,0	0
durchschnittl. Kaukraft	1,80	0	1,84	0	2,33	0
Kraft beim Schlucken	0,50	0	0,80	0	1,0	0

Abgestützt, Registrierung mesial rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	19	14	11
Dauer des Kauaktes	0,53	0,71	0,91

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,30	0	0,33	0	0,55	0
Belastungszeit	0,15	0	0,21	0	0,25	0
max. Kaukraft	1,30	0	1,80	0	2,0	0
durchschnittl. Kaukraft	1,07	0	1,21	0	1,25	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0,80	0,80	0,90	0

9. Patientin: Frau E. W.

Auswertung:

Schleimhautgetragen
Registrierung Kauzentrum links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	18	14	13
Dauer des Kauaktes	0,55	0,71	0,77

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,25	0	0,30	0	0,30	0
Belastungszeit	0,15	0	0,20	0	0,20	0
max. Kaukraft	1,0	0	2,30	0	3,80	0
durchschnittl. Kaukraft	0,75	0	1,51	0	2,92	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0,50	0	0,50	0

Schleimhautgetragen, Registrierung mesial rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	23	15	13
Dauer des Kauaktes	0,43	0,66	0,77

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,20	0	0,40	0	0,48	0
Belastungszeit	0,10	0	0,23	0	0,28	0
max. Kaukraft	2,40	0	2,50	0	3,0	0
durchschnittl. Kaukraft	1,83	0	1,81	0	1,79	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0,30	0	0	0

10. Patientin: Frau M. B., 56 Jahre.

Partielle, schleimhautgetragene Oberkieferprothese mit einfachen Halteklammern.

Unterkiefer unversorgt. Es stehen die Zähne 3 2 1 1 2 3 4, Alveolarkämme beiderseits stark atrophiert. Keine bevorzugte Kauseite.

Auswertung:

Abgestützt auf die Zähne — 3, 4 —
Registrierung Kauzentrum rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	11	11	11
Dauer des Kauaktes	0,91	0,91	0,91

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,30	0	0,50	0	0,35	0
Belastungszeit	0,20	0	0,35	0	0,20	0
max. Kaukraft	1,70	0	1,80	0	3,0	0,80
durchschnittl. Kaukraft	0,98	0	1,39	0	2,19	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0,50	0	0,80	0

Abgestützt, Registrierung mesial links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	13	12	11
Dauer des Kauaktes	0,77	0,83	0,91

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,45	0	0,60	0	0,50	0
Belastungszeit	0,20	0	0,45	0	0,30	0
max. Kaukraft	0,80	0	1,0	0	1,0	0
durchschnittl. Kaukraft	0,63	0	0,65	0	0,91	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0,40	0	0,30	0

10. Patientin: Frau M. B.

Auswertung:

Schleimhautgetragen
Registrierung Kauzentrum rechts (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	14	10	12
Dauer des Kauaktes	0,71	1,0	0,83

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,50	0	0,30	0	0,28	0
Belastungszeit	0,30	0	0,25	0	0,18	0
max. Kaukraft	1,50	0	1,80	0	2,10	0
durchschnittl. Kaukraft	1,23	0	1,04	0	1,30	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0,70	0	0	0

Schleimhautgetragen, Registrierung mesial links (KS)

	Silone	Brot	Nuß
Anzahl der Kaubewegungen in 10 Sek.	13	12	11
Dauer des Kauaktes	0,77	0,83	0,91

	KS	NKS	KS	NKS	KS	NKS
Lastzeit	0,40	0	0,30	0	0,45	0
Belastungszeit	0,20	0	0,20	0	0,28	0
max. Kaukraft	1,20	0	0,90	0	1,20	0
durchschnittl. Kaukraft	0,75	0	0,80	0	0,97	0
Kraft beim Schlucken	0	0	0	0	0,40	0

4. Ergebnisse

In den Tabellen 2 bis 5 ist die Belastungsverteilung am Prothesenlager unter Freiendprothesen während des normalen Kauvorganges aufgeführt. Die Freiendsättel umfassen jeweils die Zähne 4 bis 7; sie sind demnach verhältnismäßig lang.

Die Belastungsverteilung unter dem Sattel wird einmal bei nichtabgestützter Trageweise, einmal am Restgebiß abgestützt gemessen. Die Abstützung erfolgte zwischen Eckzahn und I. Prämolar.

Die Zahlen sind unter 0,05 ab- bzw. über 0,05 aufgerundet.

Die durchschnittliche Belastung des Alveolarkammes in der Gegend des I. Molaren im Unterkiefer beträgt bei einer mesial starr abgestützten, freiendenden Unterkieferprothese 1,3 kp. *

Für die einzelnen Testspeisen findet man: Silone 1,0 kp; Brot 1,4 kp; Nuß 1,8 kp. (Vgl. Tab. 2.)

Die durchschnittlichen Belastungen bei den gleichen Patienten, nachdem die Auflagen entfernt und die Prothese somit schleimhautgetragen ist, betragen 1,5 kp.

Für die einzelnen Testspeisen findet man: Silone 1,4 kp; Brot 1,4 kp; Nuß 1,9 kp. (Vgl. Tab. 2.)

	Messung am Prothesenlager unter der Sattelmitte (in kp)					
	mesial abgestützt			schleimhautgetragen		
Pat.	Silone	Brot	Nuß	Silone	Brot	Nuß
1	1,0	1,1	1,1	0,7	0,8	0,7
2	1,2	2,3	2,2	2,2	1,8	3,0
3	1,0	1,1	2,0	1,0	1,2	2,0
4	0,8	1,2	1,6	1,2	2,5	1,5
5	1,0	1,2	2,5	1,9	1,2	1,7
6	1,0	1,0	1,2	1,7	1,2	2,4
7	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,8
8	1,2	2,2	2,3	2,2	2,5	2,9
9	1,8	1,8	2,3	0,8	1,5	2,9
10	1,0	1,4	2,2	1,2	1,0	1,3

Tabelle 2: Vergleich der durchschnittlichen Belastung des Alveolarkammes in Gegend des I. Molaren bei zehn starr abgestützten und zehn rein schleimhautgetragenen Unterkieferfreiendprothesen. Die Werte unter dem schleimhautgetragenen Prothesensattel sind durchschnittlich höher.

* Die Werte sind in kp angegeben und noch nicht auf die Fläche bezogen. Um den Druck in kp / cm² anzugeben müssen die Werte mit 4 multipliziert werden.

Eine Korrelation zwischen der Speisenhärte und der Belastung am Prothesensattel kann nicht festgestellt werden.

Die durchschnittliche Belastung des Alveolarkammes am mesialen Ende des Freiendsattels (in Gegend des I. Prämolaren) beträgt abgestützt 1,2 kp; schleimhautgetragen 1,7 kp. (Vgl. Tab. 3.) Die Werte unter dem schleimhautgetragenen Prothesensattel sind auch hier höher.

Der Unterschied in der Belastung zwischen abgestützt und schleimhautgetragen wird in der unmittelbaren Nähe der Restzähne besonders deutlich.

	Messung am mesialen Sattelende (in kp)					
	mesial abgestützt			schleimhautgetragen		
Pat.	Silone	Brot	Nuß	Silone	Brot	Nuß
1	2,1	2,1	1,2	1,0	2,0	2,3
2	1,0	2,1	1,2	2,0	1,7	2,0
3	0,7	1,1	1,2	0,8	1,0	1,7
4	0,9	1,7	2,0	2,0	2,2	2,1
5	1,0	0,8	1,1	0,9	1,3	1,4
6	1,7	1,2	2,7	2,0	2,3	2,7
7	0,9	1,2	1,9	1,6	1,8	2,5
8	1,3	0,8	2,2	2,2	1,6	2,4
9	1,1	1,2	1,3	1,8	1,8	1,8
10	0,6	0,7	0,9	0,8	0,8	1,0

Tabelle 3: Vergleich der durchschnittlichen Belastung des Alveolarkammes in Gegend des I. Prämolaren (mesiales Sattelende) bei zehn starr abgestützten und zehn rein schleimhautgetragenen Unterkieferfreiendprothesen. Die Werte unter dem schleimhautgetragenen Prothesensattel sind durchschnittlich höher.

Wir haben noch die Maximalwerte der einzelnen Patienten (in den Tabellen 4 und 5) zusammengestellt. Diese Werte sind sehr selten und haben nur wenig Einfluß auf die Durchschnittsbelastung. Die Erklärung dürfte in einer einmaligen Zufälligkeit zu suchen sein, wenn z. B. ein Speiseteilchen unmittelbar auf den Stempel des Kondensators einwirkt. Die Maximalwerte sind der Vollständigkeit wegen in den Tabellen 4 und 5 registriert. Sie sollten jedoch für das Ergebnis nicht ausschlaggebend sein.

Pat.	Messung am Prothesenlager unter der Sattelmitte (in kp)					
	mesial abgestützt			schleimhautgetragen		
	Silone	Brot	Nuß	Silone	Brot	Nuß
1	2,1	1,5	1,9	1,0	1,0	1,0
2	1,5	3,0	2,5	2,5	2,4	3,5
3	1,1	1,9	3,5	1,8	3,2	3,5
4	1,4	2,2	2,8	2,5	2,2	2,5
5	1,3	2,2	3,5	2,5	1,5	3,0
6	1,5	1,7	2,0	2,0	1,8	3,0
7	0,8	1,1	1,1	1,0	0,9	1,2
8	2,1	2,8	2,9	2,6	3,0	3,5
9	3,5	3,7	4,0	1,1	2,3	3,8
10	1,7	1,8	3,0	1,5	1,8	2,1

Tabelle 4: Vergleich der **maximalen** Belastung des Alveolarkammes in Gegend des I. Molaren bei zehn starr abgestützten und zehn rein schleimhautgetragenen Unterkieferfreiendprothesen.

Pat.	Messung am mesialen Sattelende (in kp)					
	mesial abgestützt			schleimhautgetragen		
	Silone	Brot	Nuß	Silone	Brot	Nuß
1	3,3	2,8	1,9	1,4	2,5	3,0
2	1,9	3,0	2,2	2,5	2,3	3,2
3	0,9	1,5	1,7	0,9	1,4	2,3
4	1,6	2,9	3,0	2,5	3,0	2,9
5	1,0	1,2	1,5	1,0	1,8	2,3
6	3,0	2,5	3,2	2,5	3,1	3,2
7	1,0	2,0	2,8	2,1	2,9	3,5
8	2,0	1,3	3,4	2,7	3,5	3,6
9	1,3	1,8	2,0	2,4	2,5	3,0
10	0,8	1,0	1,0	1,2	0,9	1,2

Tabelle 5: Vergleich der **maximalen** Belastung des Alveolarkammes in Gegend des I. Prämolaren bei zehn starr abgestützten und zehn rein schleimhautgetragenen Unterkieferfreiendprothesen.

Aus den Registrierstreifen konnten in zahlreichen Fällen auch die Schluckkurven am Ende einer Kaufolge beobachtet werden.
Die Zusammenstellung (Tab. 6) ergibt die Feststellung, daß die Belastung der Prothese beim Schlucken den Belastungen beim Kauen gleichkommt. Sie ist also beachtlich hoch.
Die durchschnittliche Schluckbelastung bei sämtlichen Testspeisen ist praktisch gleich hoch.

abgestützt		schleimhautgetragen		
Kauzentrum + Nichtkauseite	mesial + NKS	Kauzentrum + NKS	mesial + NKS	
1,0	2,0	0,8	1,0	
0,9	1,1	0,8	2,0	
0,5	2,1	0,9	1,1	
0,5	1,0	1,0	1,8	
1,7	1,5	0,5	2,0	
0,5	1,0	1,0	1,0	
1,0	1,0	0,9	0,9	
1,5	0,9	0,4	0,6	
0,9	1,3	0,4	0,6	
1,0	0,8	1,7	1,0	
0,3	0,8	2,8	0,9	
2,3	1,0	0,5	1,5	
2,0	0,9	0,5	0,9	
0,5	0,6	0,7	1,2	
0,8	0,5		0,5	
1,0	0,8		1,2	
0,8	0,9		1,0	
0,5	0,4		0,5	
0,8	0,3		0,8	
			0,5	
			2,1	
			0,3	
			0,4	
18,50	18,90	12,90	21,80	
= 0,97	= 0,99	= 0,92	= 0,95	Mittelwert
4-fach 3,88	3,96	3,68	3,80	kp/cm²

Tabelle 6: Zusammenstellung der bei den Kauproben aufgetretenen Schluckwerte (in kp).

5. Schlußbemerkungen

Die Arbeit befaßt sich mit der Belastung des Alveolarkammes im Unterkiefer unter abgestützten und schleimhautgetragenen partiellen Prothesen. Die Versuche wurden an 10 Personen vorgenommen, die unter sonst gleichbleibenden Bedingungen abgestützte, dann schleimhautgetragene Freiendprothesen erhielten.

Ihre Registrierung erfolgte während des normalen Kauens von verschiedenen Testspeisen, und zwar von Silonewürfelchen, Brot und Nüssen. Die Auswertung der Ergebnisse der untersuchten zehn doppelseitig freiendenden Unterkieferprothesen ergibt bei abgestützter Lagerung eine Belastung des Prothesenlagers unter dem Kauzentrum (I. Molar) von 4,2 kp/cm² bis 7,2 kp/cm² (Tab. 2) und mesial davon am vorderen Rand des Prothesensattels 4,5 kp/cm² bis 6,2 kp/cm² (Tab. 3). Bei denselben, jetzt jedoch schleimhautgetragenen Prothesen erhöhen sich die Werte unter dem Kauzentrum auf 5,4 kp/cm² bis 7,7 kp/cm² (Tab. 2) und mesial davon auf 6,0 kp/cm² bis 8,0 kp/cm² (Tab. 3).

Bei der Gegenüberstellung der Belastungswerte bei abgestützten und schleimhautgetragenen Freiendprothesen ergibt sich im Durchschnitt bei gleichen Kauproben eine Mehrbelastung bei schleimhautgetragenen Freiendprothesen von 1,0 kp/cm². Am mesialen Sattelende beträgt die Mehrbelastung bei schleimhautgetragenen Prothesen 1,5 kp/cm². Eine Abstützung schont somit das mesiale Drittel des Alveolarkammes unter einem Freiendsattel wesentlich, während in der Gegend des Kauzentrums der Einfluß einer Abstützung nicht übermäßig groß ist. Die verglichenen Werte beziehen sich auf einen vollen Quadratzentimeter. Die Messung erfolgte jedoch auf nur ¼ cm² und auf dem Scheitelpunkt des Alveolarkammes. Es bleibt die Frage offen, ob ein Druckabfall (-erhöhung?) lateral stattfindet. Dies muß in weiteren Versuchen geklärt werden. Sollten bei nachfolgenden Untersuchungen abweichende Werte auftreten, so ist die Temperaturempfindlichkeit der Kondensatoren sowie der Hystereseeffekt zu berücksichtigen.

Bei einseitigem Kauen findet ein Belastungsausgleich zwischen den beiden Kieferseiten nicht statt. Einige während der Versuche doch aufgetretene Belastungen der Nichtkauseite konnten durch die sofortigen Nachprüfungen aufgeklärt werden: Es handelte sich um eine einseitige Bißerhöhung, eine Abweichung von der normalen Kiefergelenksfunktion und eine auf die

Gegenseite abgeirrte Kauprobe. Die Vorstellung, wonach durch eine mesiale Abstützung von Freiendprothesen eine bessere Belastungsverteilung unter der Prothesenbasis eintreten würde, kann demnach nicht bestätigt werden. Die während der Kaudruckmessungen gleichzeitig erfolgten Schluckuntersuchungen ergaben bei abgestützten und schleimhautgetragenen Freiendprothesen im Unterkiefer überraschenderweise im Durchschnitt annähernd gleiche und in der Höhe der Kaubelastungen liegende Werte (Tab. 6).

Zusammenfassend kann festgestellt werden:

1. Nur bei Belastung im mesialen Drittel eines freiendenden Sattels ist die Abstützung auf den Klammerzahn von Bedeutung. Die Belastung des Alveolarkammes ist bei rein schleimhautgetragenen Freiendprothesen um 1/4 größer als bei einer abgestützten.
2. Ein Belastungsausgleich zwischen den beiden Kieferseiten war nicht nachzuweisen.
3. Beim Schlucken sind die Belastungen der Schleimhaut unter der Prothese recht hoch und auffallend konstant.

V. Literaturverzeichnis

1. Tabet, G. — Classification cinématique des attachements rupteurs de force. Indication en prothèse décolletée. Revue francaise d'Odonto-Stomatologie, Vol. 8, **6**, 781, 1961

2. Kantorowicz, A. Schmitz, W. — Ist die Berücksichtigung einer individuellen Kondylenbahn zur Funktion ganzer Prothesen notwendig? Zahnärztl. Rdsch. **4**, 124, 1928

3. Bonyhard, B. — Resilienz, Resorption und Prothesengestaltung. Zschr. f. Stomatologie, **1**, 1938

4. Körber, E. — Untersuchungen über die Beziehung von Kaukraft zur Schleimhautresilienz unter Prothesen. Dtsch. zahnärztl. Zschr. **6**, 348, 1954

5. Uhlig, H. — Über die Kaukraft. Dtsch. zahnärztl. Zschr. **1**, 30, 1953

6. Tholuck, H. — Grundlagen der Zahnbelastungen. Dtsch. zahnärztl. Wschr. **7**, 28, 1925

7. Fick, L. — Allgemeine Gelenk- und Muskelmechanik. Jena 1909.

8. Fröhlich, E. — Gewebsveränderungen im Lückengebiß bei parodontaler Insuffizienz und Resistenz. Dtsch. zahnärztl. Zschr. **14**, 448, 1959

9. Häupl, K. — Die gewebliche Reaktion auf prothetische Maßnahmen. Dtsch. zahnärztl. Zschr. **15**, 458, 1960

10. Kantorowicz, A. — Zur Statik der partiellen Prothese. Dtsch. zahnärztl. Zschr. **4**, 141, 1949

11. Stromberg, W. R. — A preliminary study of the measurement of denture base forces against the supporting tissues. J. of prosth. Dentistry, **5**, 252, 1955

12. Kaires, K. — A study of partial denture design and masticatory pressures in an mandibulare bilate oral distal extension case. J. of prosth. Dentistry, **8**, 340, 1958

13. Lawson, W. A. — The validity of a method used for measuring masticatory forces. J. of prosth. Dentistry, **10**, 99, 1960

14. Körber, E. — Untersuchung über das Kauzentrum und den Belastungsausgleich bei Prothesen. Dtsch. zahnärztl. Zschr. **3**, 268, 1961

Herrn Professor Dr. Dr. E. Fröhlich möchte ich an dieser Stelle für die freundliche Überlassung des Themas und Herrn Dozent Dr. E. Körber für seine großzügige, sachliche und persönliche Unterstützung während der Arbeit besonders danken.

LEBENSLAUF

Am 23. Mai 1936 wurde ich als Sohn des Zahnarztes Wilhelm Wölffle und seiner Ehefrau Frida, geb. Seeger, in Stuttgart geboren.

Von 1942 bis 1947 besuchte ich kriegsbedingt die Grundschulen in Stuttgart, Hirschau (Kr. Tübingen), Stuttgart-Botnang und wieder Stuttgart. Danach trat ich in das Karls-Gymnasium in Stuttgart über, wo ich im Frühjahr 1956 die Reifeprüfung ablegte. Im Sommersemester 1956 begann ich an der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen mit dem Studium der Zahnheilkunde und bestand im Herbst 1958 die zahnärztliche Vorprüfung und nach den folgenden klinischen Semestern im Herbst 1961 das zahnärztliche Staatsexamen. Seit dem 2. Januar 1962 bin ich als Ausbildungsassistent in der väterlichen Praxis in Stuttgart tätig.